

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-57934

(43) 公開日 平成7年(1995)3月3日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 F 10/30				
G 1 1 B 5/127	K	7303-5D		
5/31	C	9197-5D		
H 0 1 F 41/26				

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

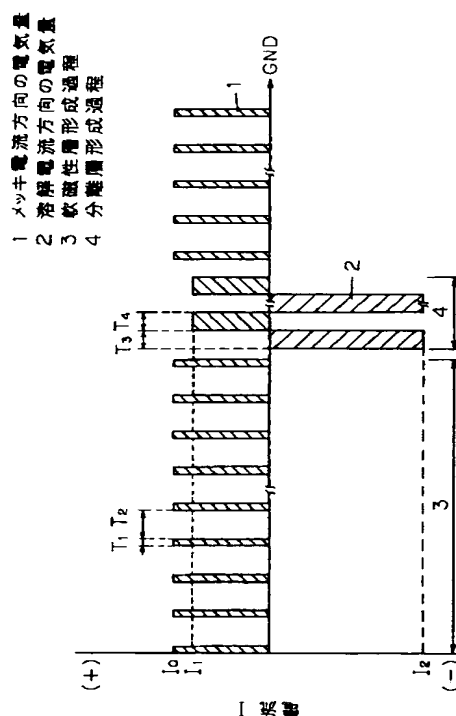
(21) 出願番号	特願平5-206244	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成5年(1993)8月20日	(72) 発明者	浅井 弘紀 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		(72) 発明者	小俣 雄二 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 小鍛冶 明 (外2名)

(54) 【発明の名称】 軟磁性積層膜とその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 磁気ヘッドコア材としてヘッドの記録再生時のノイズの原因となる磁区の不安定さ、および還流磁区構造の解消を目的とした軟磁性積層膜とその製造方法を提供する。

【構成】 電気メッキ法で軟磁性層間を磁気的に分離させた軟磁性積層膜の成膜に際し、軟磁性層間の分離層成膜時に外部から制御する電流として負バイアスを印加したパルス電流を用いた。この方式で形成された分離層は酸素を含むといった特徴を持ち、得られた積層膜では従来見られた還流磁区構造が消失しており、単磁区化および磁区の安定化を実現した。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】金属イオンを含む電解液に外部から電流を印加してその電極上に作成する軟磁性層と非軟磁性の分離層から構成される軟磁性積層膜であって、層中に酸素を含む分離層を軟磁性層間に形成し個々の軟磁性層を磁氣的に分離した軟磁性積層膜。

【請求項 2】軟磁性積層膜を構成する材料がニッケル、コバルトの少なくとも一種以上の元素と鉄との合金であることを特徴とする請求項 1 記載の軟磁性積層膜。

【請求項 3】金属イオンを含む電解液に外部から電流を印加してその電極上に作成する、軟磁性層間が磁氣的に分離された軟磁性積層膜の製造方法であって、軟磁性層間を分離する分離層形成時に外部から制御する電流として負バイアスを印加したパルス波形電流を用いた軟磁性積層膜の製造方法。

【請求項 4】外部から負バイアスを印加したパルス波形電流を用いた分離層形成過程時に電解液中の電極間に流れる電気量の総量がメッキ成長反応方向とは正反対である膜の溶解反応方向となることを特徴とした請求項 3 記載の軟磁性積層膜の製造方法。

【請求項 5】分離層形成時に用いるパルス波形電流の周波数が 100 Hz 以下であることを特徴とする請求項 3 記載の軟磁性積層膜の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は薄膜磁気ヘッドコア材用軟磁性積層膜およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、磁気記録の分野では益々高記録密度化が要求されている。その中でハードディスクドライブ装置は大容量小型化の流れの中にあり、磁気ヘッドに求められる課題は記録再生能力の向上、低インダクタンス化による信号転送速度の高速化、小型サイズ化などがある。薄膜磁気ヘッドは機械加工で作るメタルインギャップ (MIG) ヘッドなどのバルクヘッドとは異なりリソグラフィなどの微細加工技術を用い形成するため磁気ヘッドを小さく構成し、またインダクタンスを低減することが可能となる。従来、薄膜磁気ヘッドの磁気コア材には約 80at% のニッケルと 20at% の鉄とからなる 2 元合金 (パーマロイ) が広く使われている。この組成近傍では、高周波領域での透磁率が高く、また磁歪定数がほぼ零であるという特徴を有している。また、磁気コアの形成には成膜設備のコストが低く量産性にも優れた、低温プロセスである電気メッキ法が主流となっている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】面記録密度の向上にむけ線記録密度ばかりでなくトラック密度の向上をも要求され薄膜磁気ヘッドについても狭トラック化が進んでいる。このためヘッド磁極先端は細くなり、薄膜面内で還流磁区構造が生じる。このことはヘッドの記録再生特性

2

にノイズとして悪影響をおよぼす。このため、コア部分の軟磁性膜の多層化や軟磁性層間に非磁性膜を挟み込むことにより軟磁性層間を磁氣的に分離した構成にする試みがなされている。電気メッキ法においても単独浴からメッキ電流条件などを外部から適当に制御することで軟磁性層間を磁氣的に分離する分離層を形成する方法を確立することが課題であった。

【0004】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために本発明の分離層は負バイアスをかけたパルス電流を用い、軟磁性層とは異なった、酸素を含む分離層を軟磁性層間に形成することにより個々の軟磁性層を磁氣的に分離させた軟磁性積層膜を作製した。

【0005】

【作用】本発明において NiFe、CoFe などの少なくとも鉄を含む軟磁性合金膜について軟磁性層間を磁氣的に分離する分離層の形成には外部から制御する電流として負バイアスをかけたパルス波形電流を用いた。図 1 は本発明の積層膜形成時に外部から加える電流を矩形波パルス電流としたときの電流波形の一例である。図 2 は軟磁性層形成時、図 3 は分離層形成時、これらを交互に繰り返し図 1 の電流波形とすることで軟磁性層と分離層から構成される軟磁性積層膜を形成した。図中 (+) がメッキ電流方向、(−) が溶解電流方向である。分離層を形成するときの通電電気量の正負はメッキ進行方向を (+) とし、図 3 中に示す (+) 方向と (−) 方向の面積 (電流 x 時間) の差で定義する。分離層形成時の通電電気量の合計が負 (−) であるということは膜を溶解する方向に反応が進行していることを意味する。膜が溶解過程にあるときには膜と電解液との界面では次の反応が起こっていると考えられる。



(但し M: 金属、 M^{+} : 金属イオン) このため分離層は酸素を含みこの合金が従来もつ軟磁気特性が劣化し、その結果、軟磁性層間が磁氣的に分離された軟磁性積層膜が連続的に成膜することができる。

【0007】

【実施例】軟磁性積層膜の構成は図 4 に示すようになる。基板 5 は通常のガラス基板、メッキ用下地電極 6 は真空蒸着法あるいはスパッタリング法で形成した 0.1 μm 厚さのパーマロイを用い、軟磁性層 7 と分離層 8 から構成される積層膜の作製を外部から印加する電流を制御して行なった。

【0008】(実施例 1) 以下本発明の一実施例について図面を参照しながら説明する。

【0009】下地電極を施した基板は (表 1) に示すメッキ浴中に浸漬し、外部から加える電流を図 1 に示す電流波形とし、図 4 に示すように軟磁性層 7 と分離層 8 が交互に形成された積層膜を薄膜磁気ヘッド上部磁気コアパターンとして成膜した。

50

3

4

【0010】

【表1】

	濃度
硫酸ニッケル6水和物	300～350g/l
塩化ニッケル6水和物	30g/l
硫酸第一鉄7水和物	5～10g/l
ほう酸	40g/l
サッカリン酸ナトリウム	1.5g/l
ラウリル硫酸ナトリウム	0.25g/l

【0011】図1に示すパルス波形の電流で（表2）の
パルス条件を用い成膜を行なった。表中では用いるパ
ルス電流の大きさとして単位被メッキ面積当たりの電流値
（I）である電流密度（J）として記述した。作製した
NiFe合金膜の軟磁性層の膜組成はほぼニッケル80

at%、鉄20at%であり、全膜厚は2μm、分離層形成
過程は3回行い、軟磁性層が4層の積層膜を作製した。

【0012】

【表2】

軟磁性層	<ul style="list-style-type: none"> ・ 矩形波パルス 周波数:10Hz ・ 電流密度 $J_0:50\text{mA}/\text{cm}^2$ ・ デューティ比 ($T_1/(T_1+T_2)$):0.2
分離層	<ul style="list-style-type: none"> ・ 矩形波パルス 周波数:10Hz ・ 電流密度 $J_1:40\text{mA}/\text{cm}^2$ $J_2:80\text{mA}/\text{cm}^2$ (パルス幅(J_1+J_2):$120\text{mA}/\text{cm}^2$ バイアス量(J_2):$-80\text{mA}/\text{cm}^2$) ・ デューティ比 ($T_3/(T_3+T_4)$):0.5

【0013】（表2）のパルス電流条件で成膜した積層
膜は図5に示すように積層膜を構成する合金元素である
ニッケルおよび鉄の膜組成が軟磁性層と分離層とは異
なり、また、分離層は膜中に酸素を含んでいる。この積
層膜の磁区観察の結果、図6（a）に示すように還流磁
区構造は消失し単磁区構造となっており、分離層形成に
本実施例のようなパルス電流波形を用いることにより膜

厚方向に磁氣的に分離された積層膜が成膜可能となっ

た。（表3）は分離層形成時のパルス条件を変えて成膜
した積層膜の磁区構造についてまとめたものである。表
中、通電電気量の合計の値はメッキ電流方向が正（+）
方向である。

【0014】

【表3】

5

6

周波数 (Hz)	デューティー比 (T3/T3+T4) (-)	電 流 密 度		通電 電 気 量 の 合 計	磁 区 構 造
		パルス幅 (mA/cm ²)	バイアス (mA/cm ²)		
10	0.2	40	-20	(-)	パターン内単磁区
10	0.2	100	-80	(-)	パターン内単磁区
10	0.2	100	-20	零	複数磁区
10	0.2	160	-80	(-)	パターン内単磁区
10	0.5	100	-80	(-)	パターン内単磁区
10	0.5	120	-80	(-)	パターン内単磁区
10	0.5	160	-80	零	複数磁区
100	0.5	120	-80	(-)	パターン内単磁区
500	0.5	120	-80	(-)	複数磁区
10	0.75	40	-20	(+)	複数磁区
10	0.75	100	-80	(-)	パターン内単磁区

【0015】通電電気量の合計が正(+)あるいは零の積層膜では図6(b)に示すようなパターン内に複数磁区が観察された。しかし負(-)の積層膜の磁区構造は 20 パターン内で単磁区構造となっている。また、この単磁区構造を得るには分離層形成時に用いるパルス電流の周波数は100Hz以下で有効であることが確認された。

【0016】(実施例2)(表4)に示すメッキ浴組成を用い実施例1と同様の検討を行った。外部から印加する電流の波形は図1に示す波形を用いた。軟磁性層の膜

組成は零磁歪付近のほぼコバルト90at%、鉄10at%である。積層膜の膜厚は2μm、分離層形成過程は7回行い、軟磁性層数は8層である。(表5)は分離層形成時に用いるパルス電流のパルスパラメータを変えて得られた積層膜で観察された磁区構造についてまとめたものである。

【0017】

【表4】

	濃 度
硫酸コバルト7水和物	320~400g/1
硫酸第一鉄7水和物	20~40g/1
ほう酸	40g/1
サッカリン酸ナトリウム	2.0g/1
ラウリル硫酸ナトリウム	0.25g/1

【0018】

【表5】

7

8

周波数 (Hz)	デューティー比 (T3/T3+T4) (-)	電 流 密 度		通電 電 気 量 の 合 計	磁 区 構 造
		パルス幅 (mA/cm ²)	バイアス (mA/cm ²)		
10	0.2	100	-80	(-)	パターン内単磁区
10	0.2	100	-20	零	複数磁区
10	0.2	160	-80	(-)	パターン内単磁区
10	0.5	120	-80	(-)	パターン内単磁区
10	0.5	160	-80	零	複数磁区
100	0.5	120	-80	(-)	パターン内単磁区
500	0.5	120	-80	(-)	複数磁区
10	0.75	40	-20	(+)	複数磁区
10	0.75	100	-80	(-)	パターン内単磁区

【0019】CoFe合金においても分離層形成過程時に通電電気量の和が正(+)あるいは零である積層膜ではパターン内に複数磁区が観察された。それに対し負

(-)である積層膜の磁区構造はパターン内で単磁区構造となった。また、分離層形成時に用いるパルス電流の周波数が100Hz以下の条件で単磁区構造が得られた。又、軟磁性層数を8層としたときも同様の効果が得られることが本実施例から確認できた。

【0020】(実施例3) (表6) に示すメッキ浴組成

を用いCoNiFe3元合金系で実施例1と同様の検討を行った。軟磁性層の膜組成はほぼコバルト20at%、ニッケル35at%、鉄45at%である。積層膜の膜厚は2μm、分離層形成過程は3回とし、軟磁性層数は4層である。(表7) は分離層形成時に用いるパルス電流のパルスパラメータを変えて得られた積層膜に観察された磁区構造についてまとめたものである。

【0021】

【表6】

	濃 度
硫酸コバルト7水和物	75~100g/l
硫酸ニッケル6水和物	150~200g/l
硫酸第一鉄7水和物	20~40g/l
ほう酸	40g/l
サッカリン酸ナトリウム	2.0g/l
ラウリル硫酸ナトリウム	0.25g/l

【0022】

【表7】

周波数 (Hz)	デューティー比 (T3/T3+T4) (-)	電流密度		通電 電気量 の合計	磁区構造
		パルス幅 (mA/cm ²)	バイアス (mA/cm ²)		
10	0.2	100	-80	(-)	パターン内単磁区
10	0.2	100	-20	零	複数磁区
10	0.5	120	-80	(-)	パターン内単磁区
10	0.5	160	-80	零	複数磁区
100	0.5	120	-80	(-)	パターン内単磁区
300	0.5	120	-80	(-)	複数磁区
500	0.5	120	-80	(-)	複数磁区
10	0.75	40	-20	(+)	複数磁区
10	0.75	80	-60	零	複数磁区
10	0.75	100	-80	(-)	パターン内単磁区

【0023】このCoNiFe3元合金系についても分離層の形成時に用いるパルス波形電流の通電電気量の和が正(+)あるいは零である積層膜ではパターン内に複数磁区が観察された。それに対し負(-)である積層膜の磁区構造はパターン内で単磁区構造となった。また、分離層形成時に用いるパルス電流の周波数が100Hz以下の条件で単磁区構造が得られた。

【0024】以上の結果から明らかなように、NiFe、CoFe、CoNiFeいずれの合金を用いた軟磁性層と分離層から構成される積層膜についても分離層形成時のパルス条件を選ぶことにより、軟磁性層とは異なった、層中に酸素を含む分離層が形成され、その結果、磁気ヘッドコア部分の還流磁区構造が消失し、磁区構造を広範囲で制御可能となった。

【0025】以上の説明においては分離層の形成時に矩形波パルス電流を用いた例について説明したが、本発明の分離層の形成に外部から制御するパルス電流の波形はこの矩形波に限定されるものではなく、三角波あるいは正弦波などの方法でも上記に矩形波パルスと同様な効果が確かめられた。

【0026】

【発明の効果】以上のように分離層形成時に負バイアスをかけたパルス波形電流を用いて成膜した軟磁性層と分離層から構成された積層膜は、軟磁性層間が磁気的に分離し膜厚方向で磁気的に結合させることで磁気ヘッドコア部分の単磁区化が実現でき、ノイズの低減が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の軟磁性積層膜成膜時に外部から制御する電流を矩形波パルス電流とした例を示す図

【図2】本発明の軟磁性積層膜の軟磁性層成膜時に外部から制御する電流を矩形波パルス電流とした例を示す図

【図3】本発明の軟磁性積層膜の分離層成膜時に外部から制御する電流を矩形波パルス電流とした例を示す図

【図4】本発明の一実施例の軟磁性積層膜の構成を示す断面図

【図5】本発明の軟磁性積層膜の膜厚方向の膜組成の変化を示す図

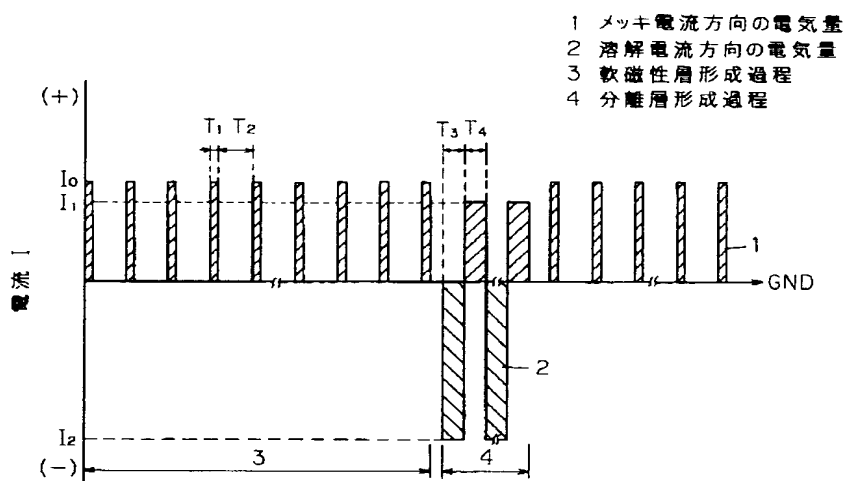
【図6】(a)は薄膜磁気ヘッドコアパターンの磁区構造が単磁区の例を示す図

(b)は薄膜磁気ヘッドコアパターンの磁区構造が複数磁区の例を示す図

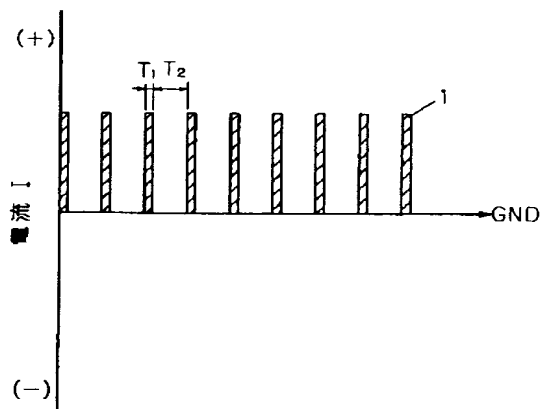
【符号の説明】

- 1 メッキ電流方向の電気量
- 2 溶解電流方向の電気量
- 3 軟磁性層形成過程
- 4 分離層形成過程
- 5 基板
- 6 メッキ下地電極
- 7 軟磁性層
- 8 分離層
- 9 ニッケル
- 10 鉄
- 11 酸素
- 12 軟磁性層領域
- 13 分離層領域

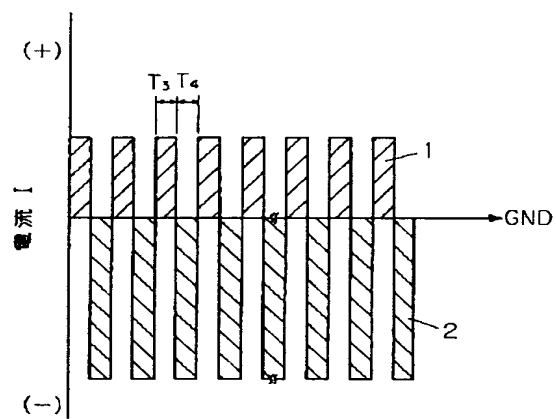
【図 1】



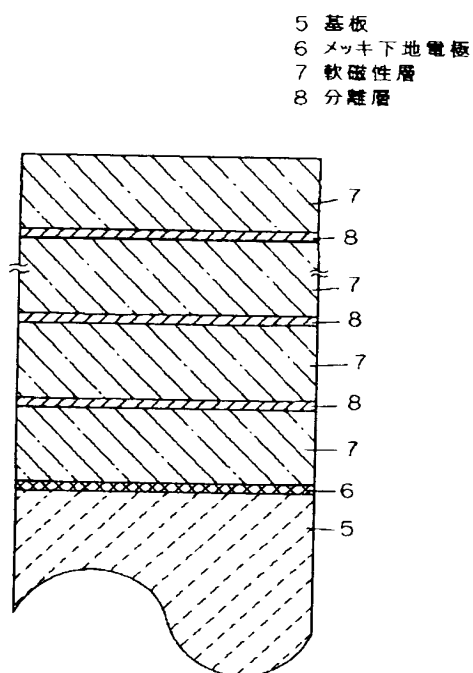
【図 2】



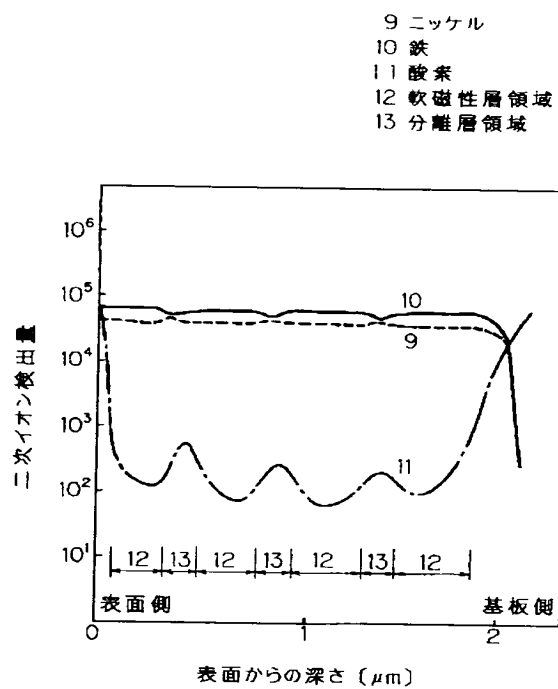
【図 3】



【図4】



【図5】



【図6】

